

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-083417
(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/738
C23C 14/06
C23C 14/35
G11B 5/64

(21)Application number : 2000-271236

(71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD
HITACHI LTD

(22)Date of filing : 07.09.2000

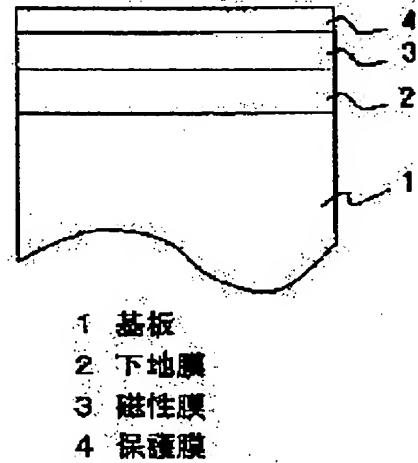
(72)Inventor : KIRINO FUMIYOSHI
OTA NORIO
TAKEUCHI TERUAKI
YANO AKIRA
SAKAMOTO HARUMI
WAKABAYASHI KOICHIRO
MATSUNUMA SATORU
INABA NOBUYUKI
HONDA MITSUTOSHI
YAMAMOTO HIROTAKA
NAKAZAWA TETSUO
NAITO TAKASHI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDING DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium capable of highly precisely defining the position of a magnetic domain formed on an amorphous magnetic film and having high reliability and to provide a magnetic recording device provided with the magnetic recording medium.

SOLUTION: The magnetic recording medium 10 is provided with a base film 2 and the magnetic film 3 on a substrate 1. The base film 2 is constituted of a two-dimensionally and regularly arrayed hexagonal crystal grain and a grain boundary part enclosing the crystal grain. Recessed and projected parts are regularly formed on the surface of the base film by the crystal grain and the grain boundary. The recessed and projected parts corresponding to recessed and projected parts of the base film are formed on the magnetic film which is formed on the base film having such recessed and projected parts. The recessed and projected parts of the magnetic film function as pinning sites for preventing the movement of a magnetic domain wall. The magnetic domain formed on the magnetic film is highly precisely demarcated in a desired position. As a result, the magnetic recording medium having a reduced error and high reliability can be provided, since the fluctuation of the magnetic domain is reduced. Thus, >60 Gb/in² super high density recording can be realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

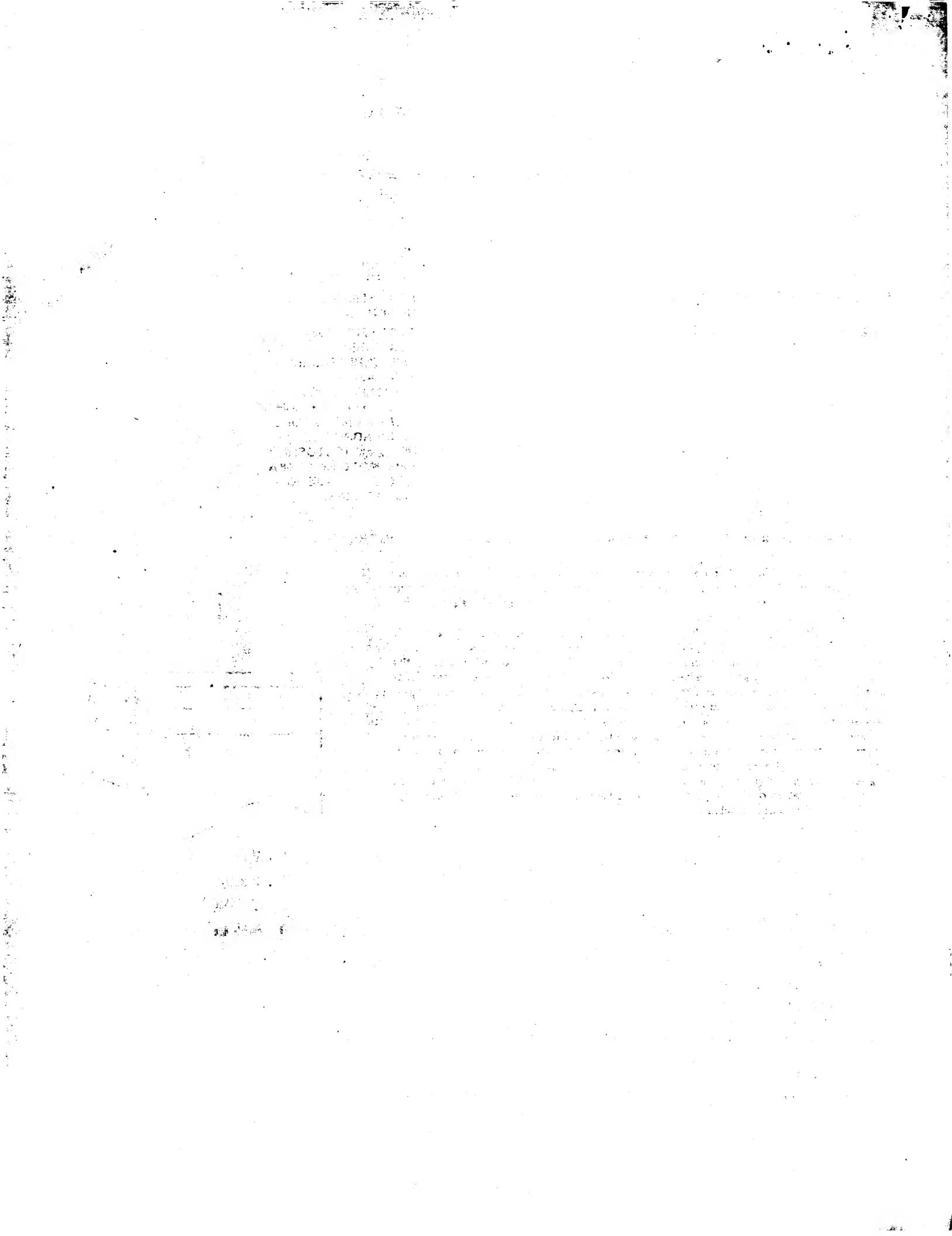
[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



**Japan se Publicati n f r Un xamined Pat nt Applicati n
No. 83417/2002 (Tokukai 2002-83417)**

A. Relevance of the above-identified Document

This document has relevance to claims 1, 7, 13, 19, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, and 39 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[ABSTRACT]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

... regularly forms roughness on a surface of the base film. The magnetic film that is formed on the base film having the roughness has roughness corresponding to the roughness on the base film. The roughness on the magnetic film functions as a pinning site for preventing the domain-wall movement.

[CLAIMS]

[CLAIM 1]

A magnetic recording medium, comprising:
a base film and an amorphous magnetic film on a substrate,

... forming roughness on a surface of the base film.

[CLAIM 9]



... a difference between a height of the convex portion and a height of the concave portion is 3 nm through 10 nm.

[CLAIM 13]

... each of the crystal grains has a diameter in a range from 5 nm to 15 nm.

[CLAIM 16]

The magnetic recording medium as set forth in any one of claims 1 through 15, wherein:

roughness reflecting the roughness on the surface of the base film is formed on a surface of the magnetic film.

[CLAIM 17]

... a difference between a height of the convex portion and a height of the concave portion in the roughness on the surface of the magnetic film is 3 nm through 10 nm.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

[0014]

When an amorphous magnetic film is formed on the base film having the surface on which the roughness is regularly formed, similar roughness reflecting the roughness on the surface of the base film is formed on a



surface of the magnetic film, as schematically shown in Figure 5.

[0015]

The magnetic film concave portion and the magnetic film convex portion are formed with the same material, but have different structures and compositions from each other because the magnetic film concave portion and the magnetic film convex portion generate different stress from each other. When a recording magnetic domain is formed on the magnetic film, the magnetic film concave portion prevents the magnetic-wall movement, thereby pinning the formed recording magnetic domain. In other words, the magnetic film convex section having approximately same the shape as crystal grains which is formed on the convex portion (on the crystal grains) of the base film is magnetically separated from the magnetic film concave portion around the magnetic film convex portion because the magnetic portion convex portion has different magnetic properties from the magnetic film concave portion. Accordingly, the magnetic film convex portion becomes a unit of magnetic reversal, and acts like a magnetic cluster.

[0023]

Kinds of films such as the magnetic film and the intermediate layer, which are formed on the base film, are



preferably formed to adhere to the roughness formed on the surface of the base layer so as to maintain the shape of roughness.

[0064]

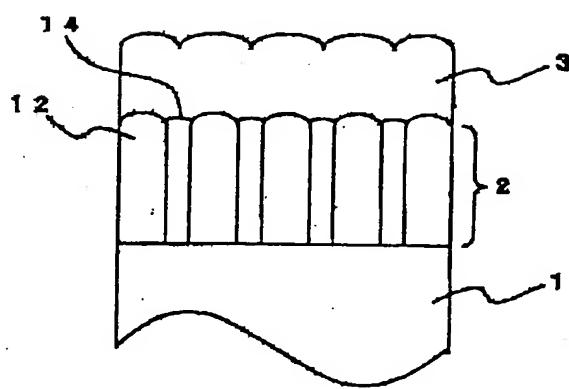
[EFFECTS OF THE INVENTION]

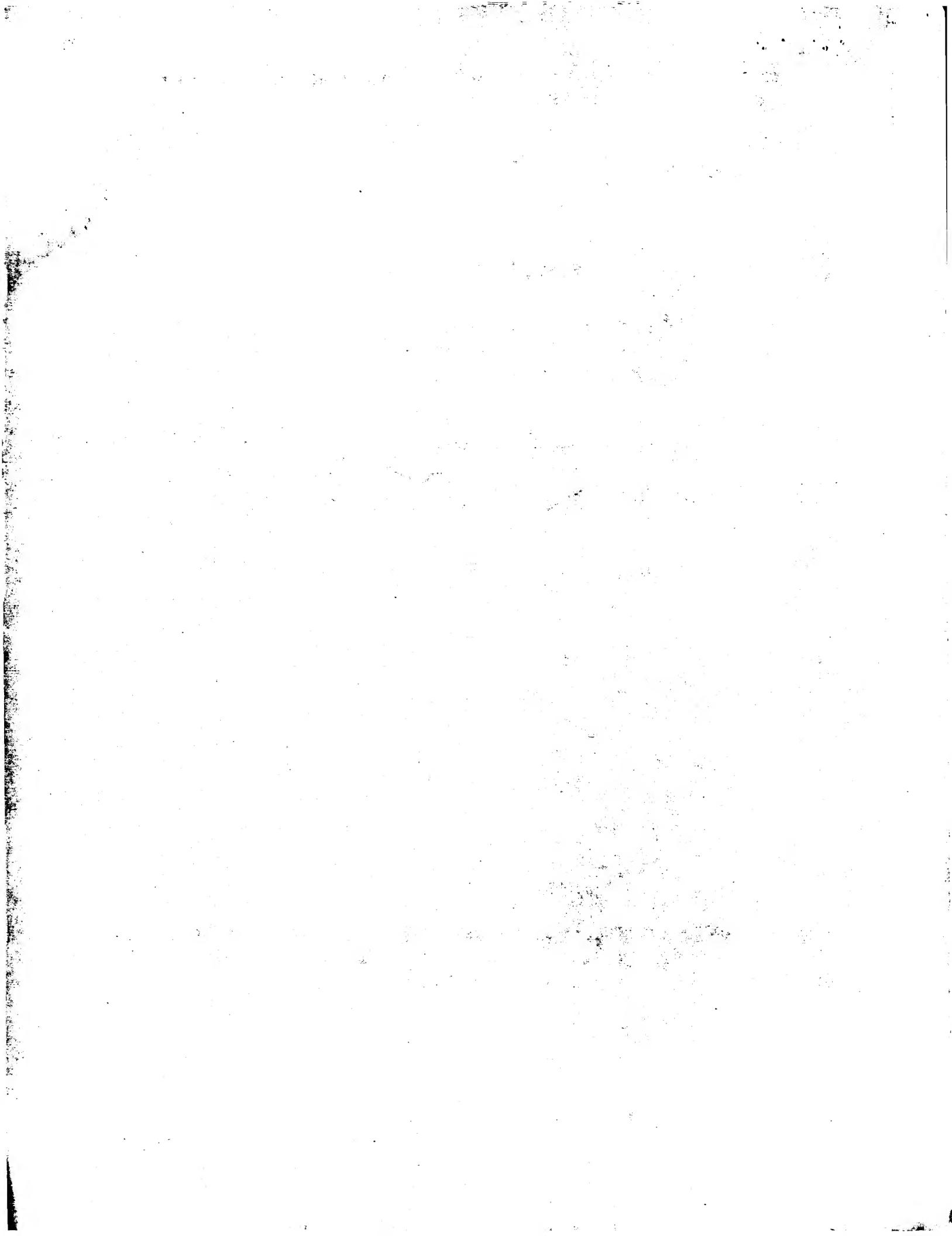
The magnetic recording medium of the present invention is provided with a base film having a surface on which minute and regular roughness is formed by crystal grains and their grain boundaries, and an amorphous magnetic film on the base film. Thus, minute roughness corresponding to the base film is also formed on the magnetic film. The roughness on the magnetic film prevents the domain-wall movement, thereby highly accurately determining the edge position of the magnetic fields formed on the magnetic film.



[FIGURE 5]

【図5】





(19) 日本国特許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A) (1)特許出願公開番号

特開2002-83417

(IP2002-83417A)

(3) 公開日 平成14年3月22日(2002.3.22)

(51) In.Cl'	識別記号	P 1	テ-ゴード"(参考)
G 11 B	5/738	G 11 B 5/738	4 K 0 2 9
C 23 C	14/06	C 23 C 14/06	T 5 D 0 0 6
14/35		14/35	F
G 11 B	5/84	G 11 B 5/84	

(4) 著者請求 楽器類 勘求項18 OL (全11頁)

(5) 発明の名稱 磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記録装置

(21) 出願番号 特2000-271236(P2000-271236)

(22) 出願日 平成12年9月7日(2000.9.7)

(71) 出願人、000005108

日立アーバンシステムズ会社

(72) 本邦住所 東京都千代田区神田横河町四丁目6番地

相野 文良

大日本住友化学工業一丁目1番88号 日立マ

クセル株式会社内

(74) 代理人、100099793

井野士 川北 喜十郎

(57) 【要約】

【課題】 非晶質の磁性膜に形成される磁区の位置を高精度に固定でき、高い信頃性を有する磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 磁気記録媒体10は基板1上に下地膜2と磁性膜3とを備える。下地膜2は、二層元的に規則的に配列した六角形の結晶粒子とそれを取り囲む界面部から構成される。結晶粒子とその粒界によつて下地膜表面に凹凸が規則的に形成される。結果、磁区は所望の位置に高精度に固定される。その結果、磁区の高さが低減され、エラーが低減され、高い信頃性を有する磁気記録媒体を提供できる。本発明により6.0Gb/in²を越える超高密度記録を実現でき

(5) 【発明の範囲】

【請求項1】 上記の磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記録装置

(1)特許請求の範囲

【請求項1】 磁気記録媒体において、

基板上に、下地膜及び非晶質の磁性膜を備え、

上記下地膜は、結晶粒子と当該結晶粒子を取り囲む非晶

質の結晶粒界面部とから構成され、該結晶粒子及び結晶粒

界面によつて下地膜表面に凹凸が形成されることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 上記結晶粒子は、基板面に平行な面内に

おいて六角形状を有しており、各結晶粒子が基板面に平

行な面内においてハニカム状に配置していることを特徴

とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 上記結晶質粒子は、酸化コバルト、酸化

ニッケル及び酸化鉄からなる群から選ばれた少なくとも

1種類の化合物から構成され、上記結晶粒界面部は、酸化

シリコン、酸化ミニウム、酸化チタン、酸化タンタ

ル及び酸化亜鉛からなる群から選ばれた少なくとも1種

類の酸化物からなる無機化合物から構成されていること

を特徴とする請求項1または2に記載の磁気記録媒体。

【請求項4】 上記界面の化合物から構成され、上記結晶粒界面部は、酸化

シリコン、酸化ミニウム、酸化チタン、酸化タンタ

ル及び酸化亜鉛からなる群から選ばれた少なくとも1種

類の酸化物からなる無機化合物から構成されていること

を特徴とする請求項1または2に記載の磁気記録媒体。

【請求項5】 上記非晶質無機化合物から構成されていることを特徴と

する請求項4に記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 上記非晶質無機化合物または配向膜が、Hf、

Ru、Ti、Ta、Nb、Cr、Mo、W、Si

3N4、C、Al2O3、Cr2O3、SiO2及び

Ni-Pからなる群から選ばれた少なくとも1種類の材料

から構成されている超高密度記録用の材料

磁気記録媒体。

【請求項7】 上記下地膜と磁性膜との間に中间膜を備

え、該中間膜が、Hf、Ru、Ti、Nb、C

r、Mo、W、Ni-P及びCからなる群から選ばれた

少なくとも1種類の材料から構成されていることを特徴

とする請求項1～6のいずれか一項に記載の磁気記録媒

体。

【請求項8】 上記下地膜の結晶粒子が凸部を形成し、

結晶粒界面部が凹部を形成していることを特徴とする請求

項1～7のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項9】 上記凸部と凹部の高さの差が3nm～1,

0nmであることを特徴とする請求項8に記載の磁気記

録媒体。

【請求項10】 上記下地膜は、電子サイクロトロン共鳴スパシタ法を用いて形成されていることを特徴とする請求

項1～9のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項11】 上記結晶粒子の粒子径分布の標準偏差

が平均粒子径の1.5%以下であることを特徴とする請求

項1～10のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項12】 上記結晶粒子は、基板表面に垂直な方

度のCOの結晶粒子が折出した結晶質材料である。かた

(2)

向における構造が柱状構造であることを特徴とする請求

項目1～11のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項13】 上記結晶粒界面部が、0.5nm～1.5nmの範囲の粒子径を有することを特徴とする請求項目1～11、

2のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項14】 上記結晶粒界面部が、0.5nm以上2nm以下の幅を有することを特徴とする請求項目1～13のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項15】 1つの結晶粒子の周囲に析出している結晶粒子数の平均が5、8以上6、2以下であることを特徴

とする請求項目1～14のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項16】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～16のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項17】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～17のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項18】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～18のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項19】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～19のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項20】 磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～20のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項21】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～21のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項22】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～22のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項23】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～23のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項24】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～24のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項25】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～25のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項26】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～26のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項27】 上記磁性膜表面の凹凸の凸部と凹部との高さの差が3nm～1.0nmであることを特徴とする

請求項目1～27のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168





८

及び形状を反映し、下地膜の結晶粒子に対応する磁性部材部分が構造的及び磁気的に独立して磁化反転の単位となることである。

[0030] [実施例] 本実施例では、本発明に従う磁気記録媒体として、図 1 に示すような、基板 1 上に無機化合物薄膜（下地膜）2、磁性層 3 及び保護膜 4 を順番にした構造を有する磁気記録媒体 1.0 を作製した。以下に、かかる磁気記録媒体の製造方法、並びに、下地膜、磁性膜及び磁気記録媒体の特性測定の結果について説明する。

[0031] [ECRスパッタ装置] まず、磁気記録媒体

のカセットには、そのカセットには、ターゲット70から叩き出された歯車を閉鎖させる基板6-8が設置されている。さらに、第2チャンバ8-3の上方には、印加されたハイアスにより引き引き出されたプラスマを吸収させる(発熱を抑制させることによる)ためのコイル6-2が設けられている。ターゲット70と第2チャンバ8-3内に設置された基板6-8は、ハイアス電圧が印加できるように、電源90に接続されている。

1チャンバ内側及び第2チャンバ内部は連通され、外部から隔壁を経て、
1チャンバ内側とバッテリー室の間を遮断する。装置動作時に不図示の真空ポンプにより、
1チャンバ内側とバッテリー室の間を遮断すると共に、第1チャ
ンバ内側とバッテリー室の間を遮断すると共に、第2チャ
ンバ内側とバッテリー室の間を遮断する。次いで、
装置内側にコイル64及び
Ar)を導入する。

波のエネルギーが電子に吸収される共鳴吸収が起こる。この共鳴吸収によって電子は高エネルギーを得て加速され、気体に衝突してその気体の電離を引き起こし、ついで電離した電子は高エネルギーを有するECRプラズマ7.6を第1チャンバーへと運び出す。ここで、電子には共鳴吸収によつて一定レベルのエネルギーが与えられるので、電子のエネルギーは8.18 MeVに発達させる。

ネルギー状態もまた一定の高エネルギーレベルにある。このような電子を気体に衝突させてプラズマを発生させるため、このプラズマを構成する粒子は高エネルギーで

である。また、薄葉翼面を用いた場合、離陸速度を一定の高エネルギーレベルにある。このような電子を気体に衝突させて plasma を発生させたため、この plasma を解説する粒子は高エネルギーであることと、放電などにより発生する通常の plasma に比べて各粒子のエネルギーが高い、エネルギー分布の狭い plasma が得られる。

[10034] plasma の発生位置の上方にある環状のターゲット 7.0 と基板 6.8 の間に、バイアス電圧が印加されているため、発生した plasma はターゲット 7.0 に向かって引き出され、ターゲット 7.0 に衝突してターベン化される。

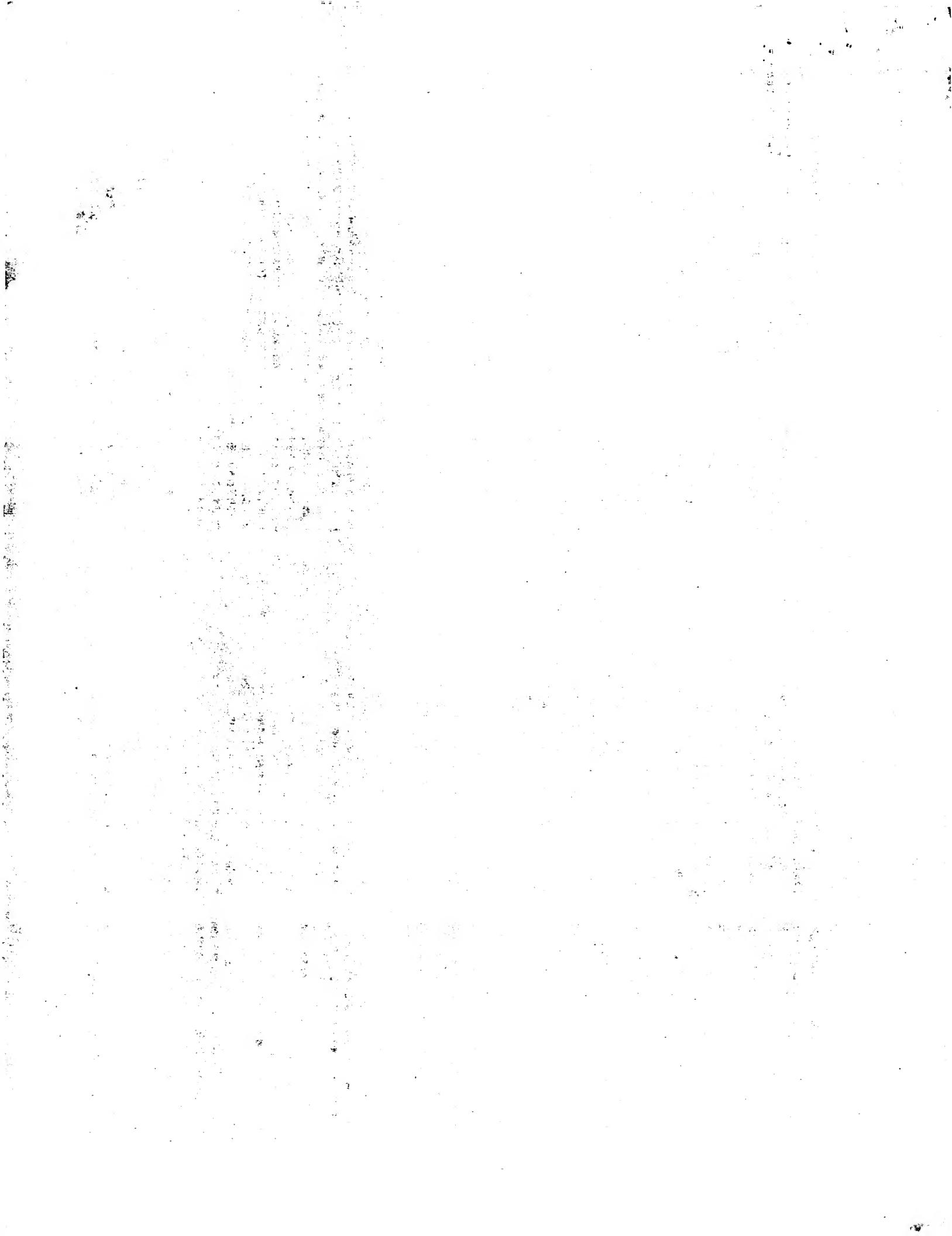
酸化物であり、粒界部1.4シリコンであることがわかった。また酸化物中には酸化シリコン1.4の酸化シリコンに、その組織や物質が、そのようにしてエネルギーが転換されたターゲット粒子は、図示したようにターゲット粒子の流れ7として基板6.8に向かい、基板6.8上に均質につかししい膜層を堆積する。

[10039]「下地膜の作製」かかるE-CRスパッタ装置を用いてガラス基板上に無機化合物薄膜2を形成し、それを熱処理する際の成膜面に対するCVD法による膜の均一性の問題を解決する。

することができる。また、薄板 Σ の断面構造を観察する
と、図4に示すように、正六角形の粒子1が基板面に
対して垂直方向に柱状に成長していることがわかった。
かかるる柱状組織は、途中で結晶粒子が大きくなるなど異
常成長することなく成長していた。

図3(7)まで、薄板 Σ には、規則性に優れた凹凸
が存在しており、凹部(粒子1)に相当し、凸部が粒界
部1.4に相当していた。凹部と凸部との相対差は6~7
倍である。このことは、C-OとSi-Oの比によると、
凹部の結晶度が高めであることを示す。

n.m程度であった。この低湿度は、無機化合物溶液の表面をドライエッジングすることにより、更に大きくしたり、逆に小さくしたりすることができる。すなわち、エッジ条件を選択することにより所望の値に制御可能である。磁気ヘッドを安定浮上させたり、磁性膜における磁気ヘッドのビンディングサイトになるには、上記範囲が好適である。O₂濃度を低くすると結晶粒子が成長する。一方、この結晶粒子界面近くでは、基板温度を上げることにより変化させることにより変化させることにより結晶粒子どうしが接近する。



(7)

11

乱れが観測された。配位粒子数は、7個程度多い粒子がありたり、逆に4～5個と少ない粒子が存在しておる、はつきりが大きくなつた。また、二次元の配列が形成されじ、ハニカム構造が創成されたのが観察された。

[0041] また、比數のために無機化合物薄膜をECRスパッタ法に代えてRFマグネットロンスパッタ法により形成した。マグネットロンスパッタ法により形成した無機化合物薄膜の構造を、TEMによる観察像を用いて前述のECRスパッタ法による膜の構造と同様に解析した。その結果、平均粒子径は1.0 nmであり、粒子径分布は正規分布をしてるもの、標準偏差(σ)は1.2 nmであり、ECRスパッタ法による膜の標準偏差(σ)は0.7 nmと比較すると粒子径のばらつきが大きかった。また、配位粒子数を2.80個の結果粒子について調べたところ、平均6.30個であり、ECRスパッタ法を用いて形成した場合に比べて規則性が低下していることが分かった。この比較実験から、ECRスパッタ法を用いて無機化合物薄膜2を形成すると、薄膜を得られることがわかつた。

[0042] 上述の無機化合物膜の成膜では、ターゲットとして、 $\text{Co}_{0.0}\text{Ti}_{0.2}$ との混合したものを焼結していったが、これらの各化合物を単体で焼結したものを作製したが、ターゲットによく、二元同時スパッタにより成膜して、成膜法やターゲットの種類には依存しない。無機化合物薄膜の成膜において重要なことは、マイクロ波を用いたECRスパッタ法を用い、スパッタ粒子のエネルギーを精密に制御することである。

[0043] また、無機化合物薄膜の成膜において、膜厚を5 nm程度として、逆に、1.0 nmと厚くして得られる膜の表面および断面の組織や構造、粒子サイズおよびサブ粒子分布などに、膜厚に依存した変化は見られなかつた。5 nm以下の膜厚では、成膜装置の都合上、安定して作製することが困難であり、また、1.0 nm以上では成膜に時間がかかるとともに、膜の内部応力が増して膜が基板から剥離するので製造上の制限がある。

[0044] [磁性膜の成膜] つきに、無機化合物薄膜上に情報記録用の磁性膜3として、 $\text{Tb}_{1.5}\text{Fe}_{7.0}\text{C}_{0.15}$ 膜を形成する。その結果から、角型比のS $*$ はともに1.0であり、良好な角型性が得られた。また、保磁力： $H_c = 3.5 \text{ kOe}$ (約2.78.53 kA/m)、飽和磁化： $M_s = 5.0 \text{ emu/cm}^3$ であった。また、基板に対して垂直方向の垂直磁気異方性エネルギーが6×1.06 erg/cm³であり、基板面に垂直な方向に大きな磁気異方性を有する磁性体であった。

[0045] かかる磁性膜を成膜する前に、無機化合物

(8)

12

薄膜上に、 $\text{Cr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{N}_b$ 、 Al_1 などの金属膜や Si_3N_4 などの窒化物膜を形成し、これらの膜を介して磁性膜を試験してもよい。かかる金属膜や窒化物膜は、磁性膜($\text{Tb}_{1-x}\text{Fe}_{x}\text{C}_{0.1}$ 膜)の保護や凹凸の制御に効果ある。

[0046] また、磁性膜表面に形成される凹凸を反映しているが、成膜条件を選択することにより所望の凹凸(平坦を含む)を得ることができる。

[0047] [保護膜の成膜] ついで、磁性膜3上に保護膜4として、ECRスパッタ法によりカーボン薄膜を形成した。ターゲットにはカーボンシーターを用い、放電ガスにはArを使用した。スパッタ時の圧力は0.3 mTorr、投入マイクロ波電力は1 kW (周波数は2.9 GHz)、基板温度は室温である。RFバイアスにより起動された plasma を引き込むためのRFバイアスをターゲットに印加した。その値は500 Wである。なお、カーボンは導電体であるのでDC電圧を印加しても磁気ディスクを操作できず、磁気記録装置の概略構成を図6及び図7に示す。

[0048] 図6は磁気記録装置100の上面の図であり、図7は、磁気記録装置100の図6における施線A-A'方向の断面図である。記録用磁気ヘッドとして、2.1 Tの高磁束密度を有する軟磁性膜を用いた薄膜磁気ヘッドを用いた。また、記録信号は、巨大磁気抵抗要素を有するデジタルピンドル型GMR磁気ヘッドにより再生した。磁気ヘッドのキャップ長は0.12 μmである。記録用磁気ヘッド及び再生用磁気ヘッドは一体化されており、図6及び図7では磁気ヘッド53として示した。この一体型磁気ヘッドは磁気ヘッド用駆動系54により制御される。

[0049] ここで、保護膜の保護性能を調べるために、保護膜の膜厚を次第に薄くして形成したところ、膜厚が1 nmになつては保護膜のカバーレージに変化はなく、アライアンド状にはならなかつた。膜厚以1 nmよりも更に薄くして形成したところ、電子顕微鏡の分解能以下になり、十分な解析を行なうことはできなかつた。しかし、保護性能を考えると、少なくとも1 nm程度以上の膜厚が必要であると考えられる。

[0050] また、カーボン膜の密度を、体積が既知の試料を溶解して濃度を定量する方法により求めたところ、ECRスパッタ法により作製したカーボン膜の密度は理論密度の6.9%であった。

[0051] こうして図1に示す積層構造を有する磁気記録媒体10を作製した。

[0052] [磁気記録媒体の耐久特性] つきに、得られた磁気記録媒体の磁気特性を測定した。Vibrating Sample Magnetometer (VSM)による測定からM-Hループを得た。その結果から、角型比のS $*$ はともに1.0であり、良好な角型性が得られた。また、保磁力： $H_c = 3.5 \text{ kOe}$ (約2.78.53 kA/m)、飽和磁化： $M_s = 5.0 \text{ emu/cm}^3$ であった。また、基板に対して垂直方向の垂直磁気異方性エネルギーが6×1.06 erg/cm³であり、基板面に垂直な方向に大きな磁気異方性を有する磁性体であった。

[0053] この磁気記録媒体の活性化体積を測定したところ、磁気記録媒体として広く用いられている $\text{Co}-$

13

$\text{Cr}-\text{Pt}$ 系磁性膜における值(約7.0)の約3.0倍と著しく大きかった。このことは、この磁性膜が熱的安定性に優れていることを示している。

[0054] つまり、磁性膜の構造をX線回折法により調べたところ、回折ピークは見られず、X線的には非晶質であった。また、高分解能透型電子顕微鏡(高分解能TEM)により、磁性膜の構造を調べたところ、明確な格子は見られず、非晶質か、極端細かな粗粒の集合体であることがわかつた。ここで、 $\text{Tb}_{1-x}\text{Fe}_x\text{C}_{0.1}$ 膜に非晶質合金を用いたが、 Tb からなる層、 Fe からなる層及び FeC からなる層で構成される $\text{Tb}_{1-x}\text{Fe}_x\text{C}_{0.1}$ 合金属からなる多層膜や、 Tb からなる層と $\text{Fe}-\text{C}-\text{O}$ 合金属からなる層とを交互に積層してなる $\text{Tb}_{1-x}\text{Fe}_x\text{C}_{0.1}$ 多層膜のよう、希土類元素と鉄元素の文交錯層多層膜(人工格子膜)を用いても同様の効果が得られる。

[0055] [磁気記録媒体] つぎに、かかる磁性特性を有する磁気記録媒体の表面に存在する凹凸に依存して形成されるものであり、凹凸の構造や形状を考慮して信号処理を行なうことにより、更に高SNRで情報を再生することができる。かかるシグザグパターンが下地膜に沿って形成される様子を強調して示すため、図8(A)においては、シグザグパターンが下地膜部分において凹凸の凹凸を示すように描かれており、図8(B)においては、シグザグパターンが下地膜の凹凸に沿って形成される様子を強調して示すため、下地膜の六角形状の凹部2個程度を磁化反転の単位(記録磁区)として模式的に示している。シグザグパターンとして模式的に示している。

[0056] 一方、シグザグパターンの変化として観測できる。そこで、一定のパターンを磁気記録媒体に記録し、タイムインターバルアライナ (TIA)により磁区のエッジの幅を測定した。測定の結果、無機化合物薄膜を備えない磁気記録媒体に比べて、エッジの幅は1/10以下に低減していた。

[0057] 以上、本発明に於ける磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置について実施例により説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々の改良例及び变形例を含む得る。

[0058] 例えれば、上記実施例では、無機化合物膜2をガラス基板1上に直接膜して無機化合物膜を介して磁気記録媒体を構成してもよい。これにより、保護膜の初期成長層の形成を抑制することができる。また、この磁気ディスクの1次階層は、無機化合物薄膜の初期成長層の成長が得られた。また、この磁気ディスクの1次階層として示したところ、信号処理を行なわない場合の値1.0×1.0以下であった。

[0059] ここで、磁気頭微鏡(MFM)を用いて、記録した部分の磁化状態を観察した。その結果、磁化多領域には、從来の結晶質系の磁性膜の結晶粒子の配列の規則性や結晶性を更に向かせることができた。また、H以外に、 Ru 、 Ta 、 Nb 、 Cr 、 Mo 、 W 、 Si_{3}N_4 、 C 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、 SiO_2 、 $\text{Ni}-\text{P}$ などの材料を用いても同様の効果を得ることができる。

[0060] 例えれば、H₁などの非晶質の膜を介して無機化合物膜を形成して磁気記録媒体を構成してもよい。これにより、保護膜の初期成長層の形成を抑制することができる。また、この磁気ディスクの1次階層は、無機化合物薄膜の初期成長層の成長が得られた。また、この磁気ディスクの1次階層として示したところ、信号処理を行なわない場合の値1.0×1.0以下であった。

[0061] ここで、磁気頭微鏡(MFM)を用いて、記録した部分の磁化状態を観察した。その結果、磁化多領域には、シグザグパターンが形成されないために、ノイズレベルが $\text{Co}-\text{Cr}-\text{Fe}-\text{P}$ 系の結晶質系の磁性膜の結晶粒子の配列の規則性や結晶性を更に向かせることができた。また、この実施例では、磁性膜を、RFマグネットロンスパッタ法を用いて成膜したが、DCマグネットロンスパッタ法やエレクトロロンシザウトロノレンザンスを利用したスパッタ法(ECRスパッタ法)を行なつてもよい。また、磁性膜が非晶質であることもノイズレベルが低い原因である。また、從₅₀ o系の非晶質金属膜を用いたが、これ以外に、例えば、

14

来る磁気記録媒体においては、陽子線による記録磁区の中に、反磁界の影響によって生じる周辺と逆向きの磁化を有する極小な逆磁区が観察されたが、本実施例の磁気記録媒体では、陽子線の記録磁区の中に、微小な逆磁区が殆ど観察されなかつた。陽子線の記録磁区の中、微小な逆磁区が殆ど存在しないこともノイズレベルが低い原因の1つである。

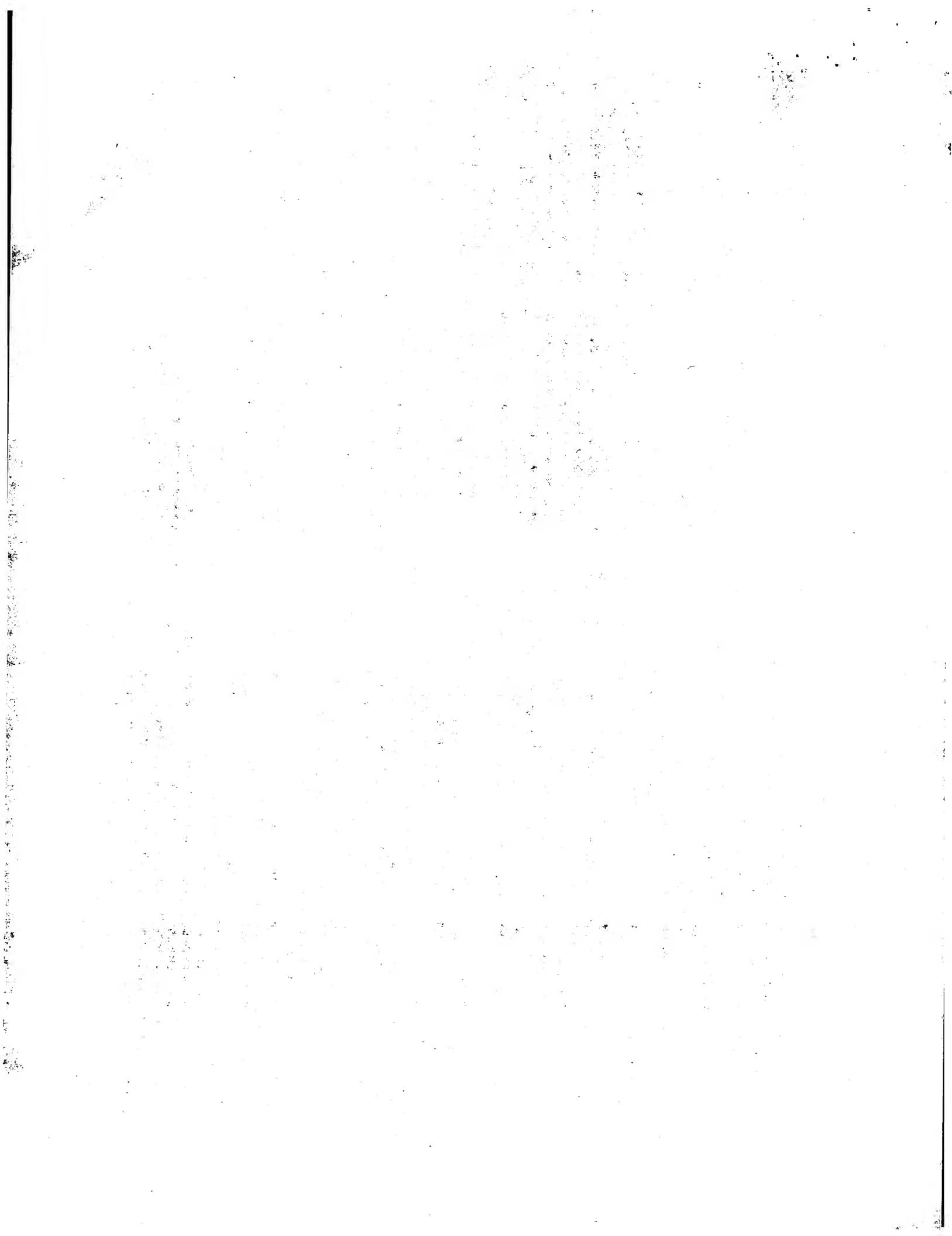
[0062] 本実施例の磁気記録媒体において、磁化通積領域に、シグザグパターンが観測されなかつたのは、表面に凹凸を有する無機化合物膜を磁性膜の下地として形成したために、下地膜の凹凸に対応して形成された磁性膜の凹凸が磁化の運動の障害となつたからである。磁部分においては、図8(A)に示すように僅かにシグザグパターンが形成されている。かかるシグザグパターンは、無機化合物薄膜の表面に存在する凹凸に依存して形成されるものであり、規則性を有している。これゆえ、凹凸の構造や形状を考慮して信号処理を行なうことにより、更に高SNRで情報を再生することができる。

[0063] 一方、シグザグパターンの変化として観測できる。そこで、一定のパターンを磁気記録媒体に記録し、タイムインターバルアライナ (TIA)により磁区のエッジの幅を測定した。測定の結果、無機化合物薄膜を備えない磁気記録媒体に比べて、エッジの幅は1/10以下に低減していた。

[0064] 以上、本発明に於ける磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置について実施例により説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々の改良例及び变形例を含む得る。

[0065] 例えれば、上記実施例では、無機化合物膜2をガラス基板1上に直接膜して無機化合物膜を介して磁気記録媒体を構成してもよい。これにより、保護膜の初期成長層の形成を抑制することができる。また、この磁気ディスクの1次階層は、無機化合物薄膜の初期成長層の成長が得られた。また、この磁気ディスクの1次階層として示したところ、信号処理を行なわない場合の値1.0×1.0以下であった。

[0066] ここで、磁気頭微鏡(MFM)を用いて、記録した部分の磁化状態を観察した。その結果、磁化多領域には、シグザグパターンが形成されないために、ノイズレベルが $\text{Co}-\text{Cr}-\text{Fe}-\text{P}$ 系の結晶質系の磁性膜の結晶粒子の配列の規則性や結晶性を更に向かせることができた。また、この実施例では、磁性膜を、RFマグネットロンスパッタ法を用いて成膜したが、DCマグネットロンスパッタ法やエレクトロロンシザウトロノレンザンスを利用したスパッタ法(ECRスパッタ法)を行なつてもよい。また、磁性膜が非晶質であることもノイズレベルが低い原因である。また、從₅₀ o系の非晶質金属膜を用いたが、これ以外に、例えば、



(9)

Gd-Fe-Co, Dy-Fe-Co, Ho-Fe-C

o, Tb-Gd-Fe-Co, Tb-Dy-Fe-Co

などの希土類と鉄族の合金膜や多層膜、更には、Pt
(あるいはPd) / Co / 交差膜多層などの磁性膜移動

型の情報記録用の磁性膜を用いてもよい。

【0063】また、磁性膜と無機化合物薄膜との間に中間膜を設けることもできる。これによりディスクの信頼性をさらに向上させることができる。中間膜に用いる材料は、Hf、Ru、Ti、Ta、Nb、Cr、Mo、W、Ni-P、Cなどの元素や、これらの元素を母元素としてし、これに母元素以外の元素を添加した合金が好ましい。これらの材料から構成される中間膜を磁性膜と無機化合物薄膜との間に設けることにより、無機化合物膜から磁性膜中の部材が剥離することを抑制することができる。それゆえ、磁性膜の磁気特性の変動が抑制されるので、磁気記録媒体の信頼性を向上させることができ

る。

【0064】【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、結晶粒子とその境界によつて表面に微細で且つ規則正しい凹凸が形成された下地膜を有し、この下地膜上に非晶質の磁性膜を備えるので、磁性膜にも下地膜に対応した微細な凹凸が形成されている。かかる磁性膜に形成された磁区の凹凸は、磁量の移動の障壁となつて磁性膜に形成された磁区のエンジ位置を高精度で固定することができる。それゆえ磁性膜に形成される磁記録区の揃らぎが低減され、低ノイズで且つ高い信頼性で情報を再生することができる。

【0065】本発明の磁気記録媒体及びその磁気記録媒体を搭載した磁気記録装置は、60Gbit/in²を越える高記録密度で情報を記録することができ

(10)

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体の断面構造を模式的に示す図である。

【図2】ECRスパッタ装置の概略構成を示す図であ

る。

【図3】無機化合物薄膜の断面構造の概略を示す図であ

る。

【図4】無機化合物薄膜の断面構造の概略を示す図であ

る。

【図5】無機化合物薄膜とその上に成膜された磁性膜の断面構造の概略を示す図である。

【図6】本発明に従う磁気記録装置の概略構成図であ

る。

【図7】図6の磁気記録装置のA-A'方向における断

面図である。

【図8】磁化遷移領域の様子を模式的に示した図であ

り、図8(A)は本発明の磁気記録媒体の磁化遷移領域の様子であり、図8(B)は従来の磁気記録媒体の磁化遷移領域の様子である。

【符号の説明】

1 基板

2 無機化合物薄膜

3 磁性膜

4 保護膜

5.1 磁気ディスク

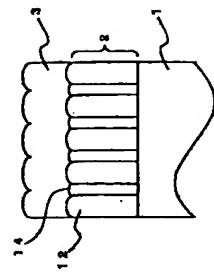
5.2 スピンドル

5.3 磁気ヘッド

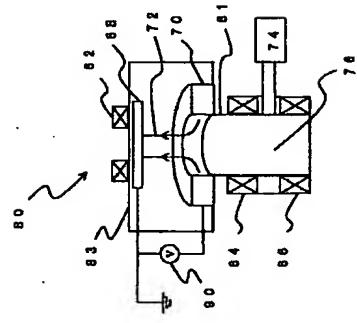
5.4 磁気ヘッドの運動系

30

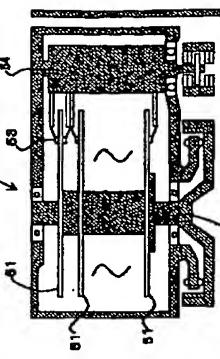
[図5]



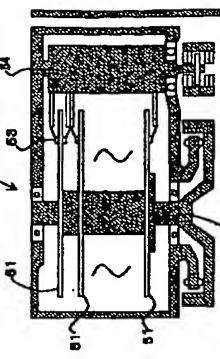
[図2]



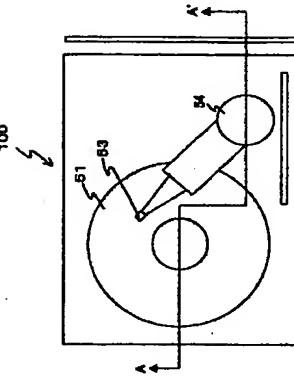
[図3]



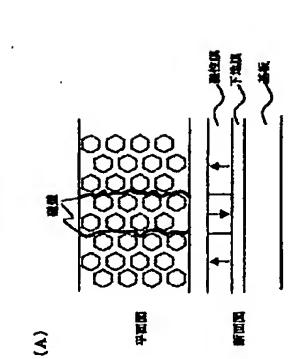
[図4]



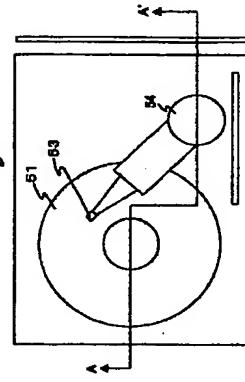
[図6]



[図7]

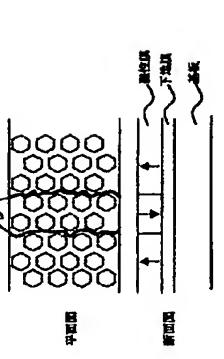


[図8]

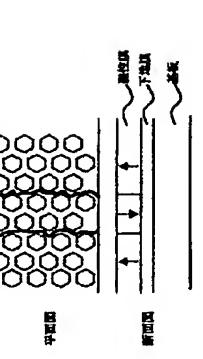


[図6]

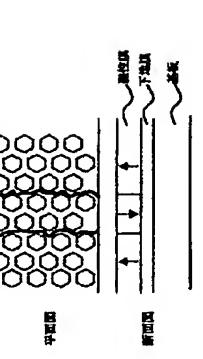
[図7]



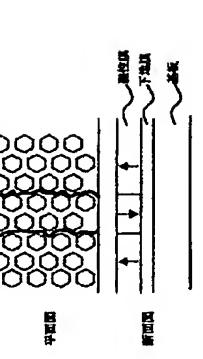
[図8]



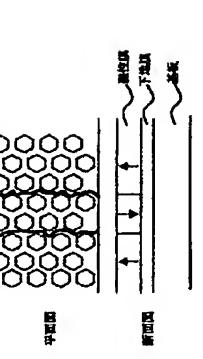
[図8]



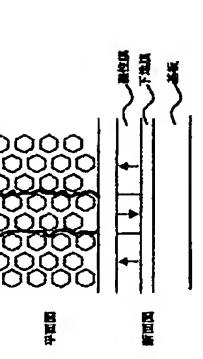
[図8]



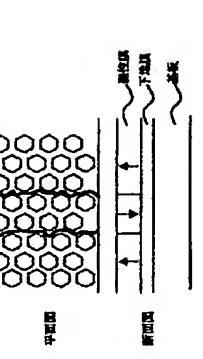
[図8]



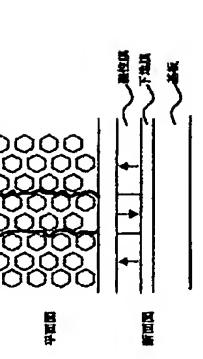
[図8]



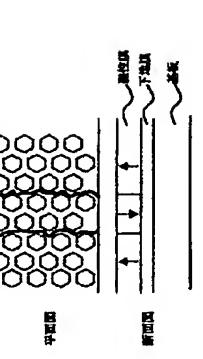
[図8]



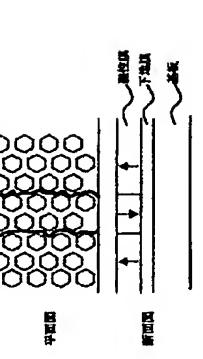
[図8]



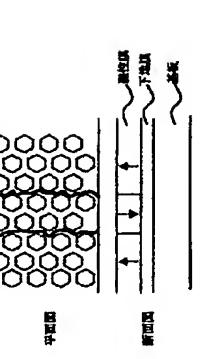
[図8]



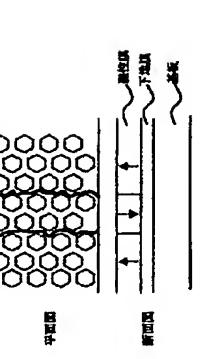
[図8]



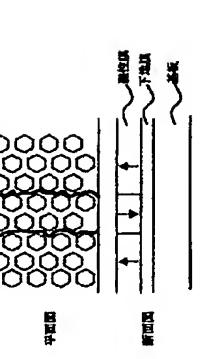
[図8]



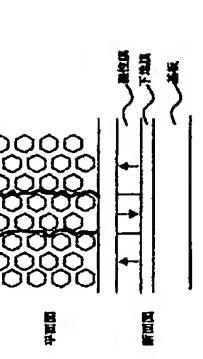
[図8]



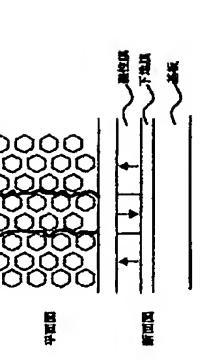
[図8]



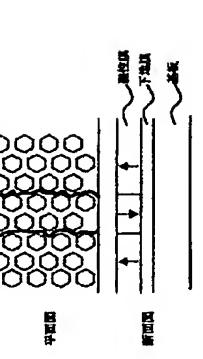
[図8]



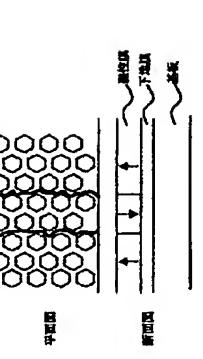
[図8]



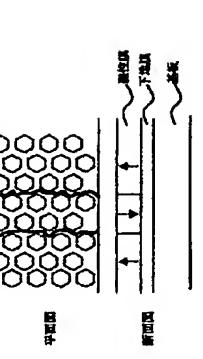
[図8]



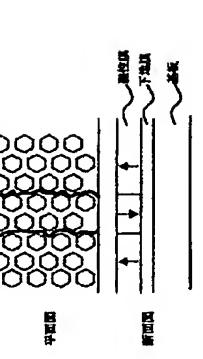
[図8]



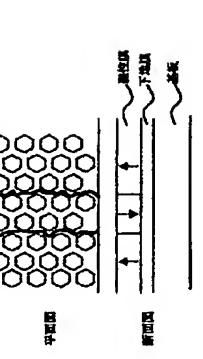
[図8]



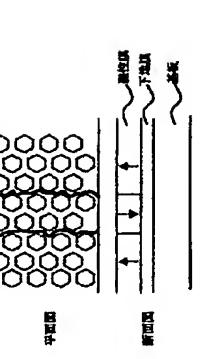
[図8]



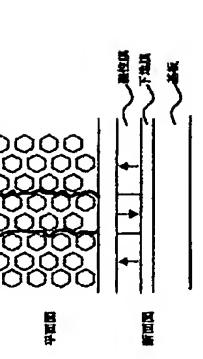
[図8]



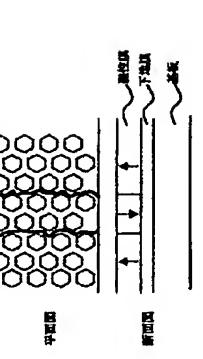
[図8]



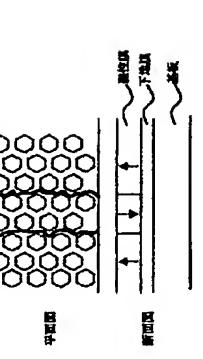
[図8]



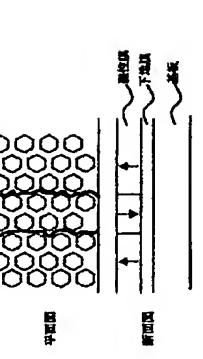
[図8]



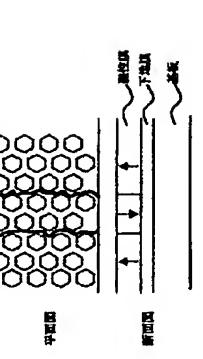
[図8]



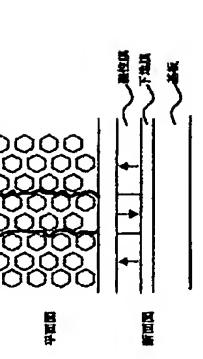
[図8]



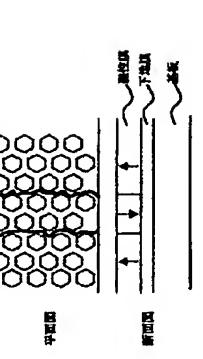
[図8]



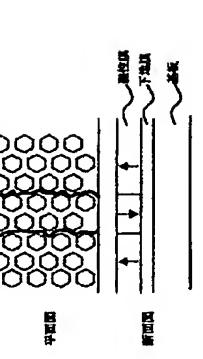
[図8]



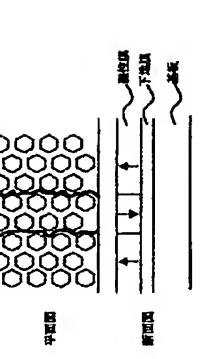
[図8]



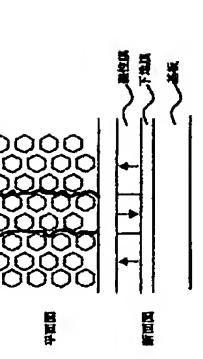
[図8]



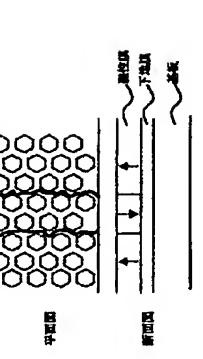
[図8]



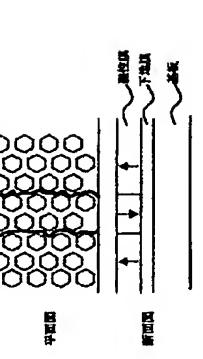
[図8]



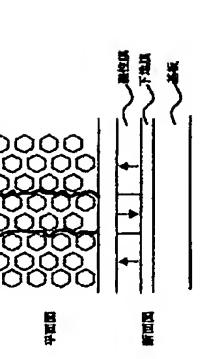
[図8]



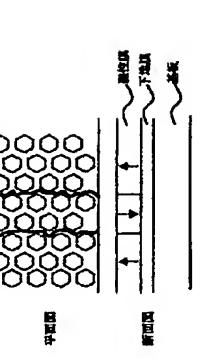
[図8]



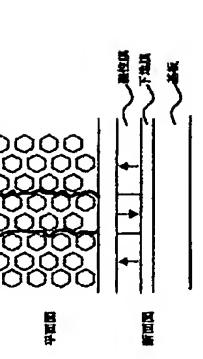
[図8]



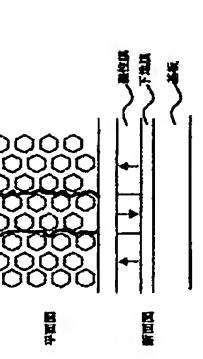
[図8]



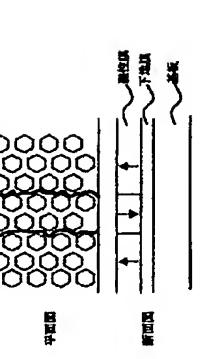
[図8]



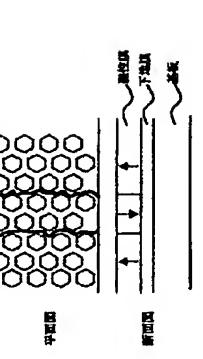
[図8]



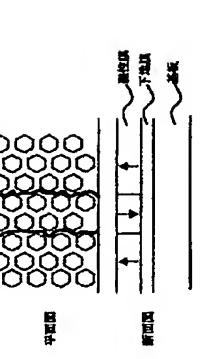
[図8]



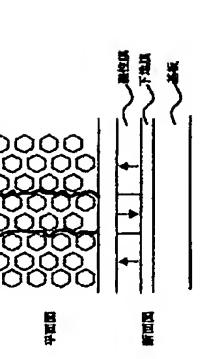
[図8]



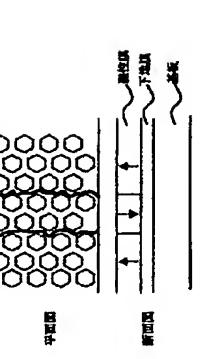
[図8]



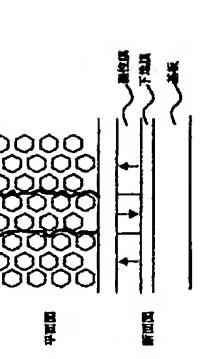
[図8]



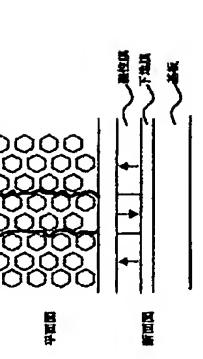
[図8]



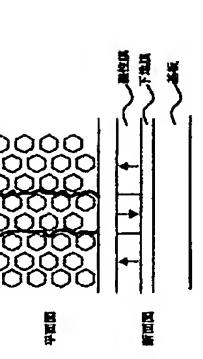
[図8]



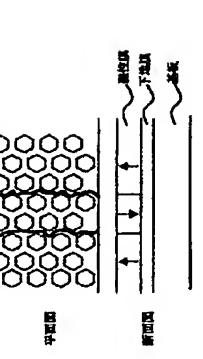
[図8]



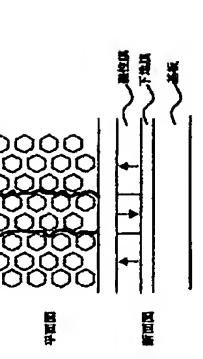
[図8]



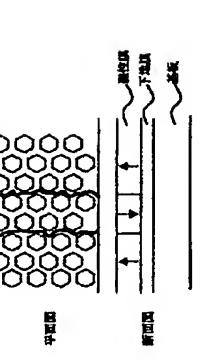
[図8]



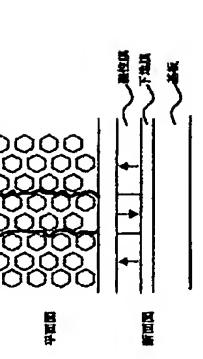
[図8]



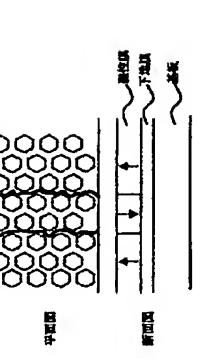
[図8]



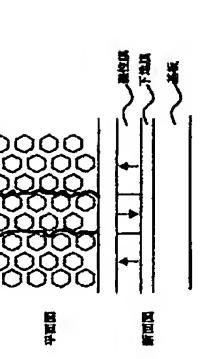
[図8]



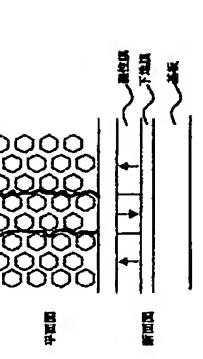
[図8]



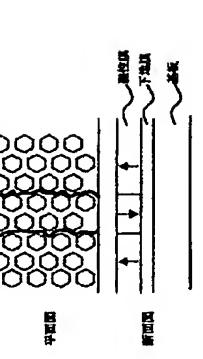
[図8]



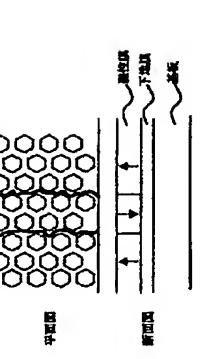
[図8]



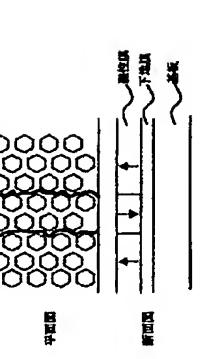
[図8]



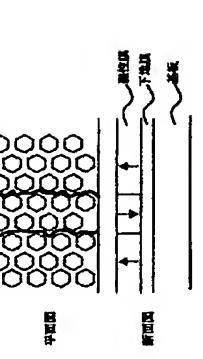
[図8]



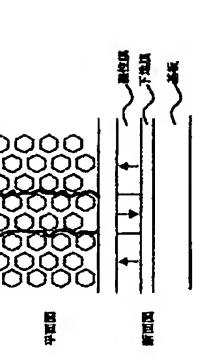
[図8]



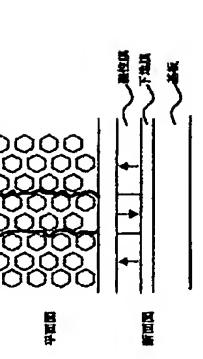
[図8]



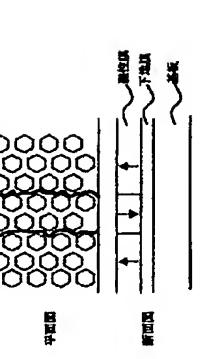
[図8]



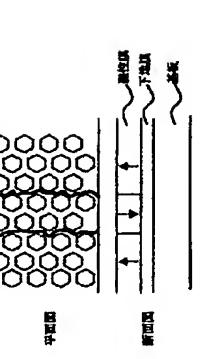
[図8]



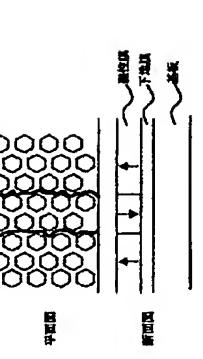
[図8]



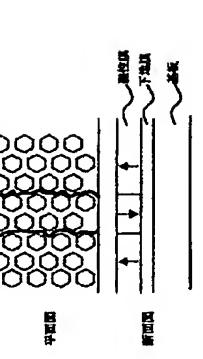
[図8]



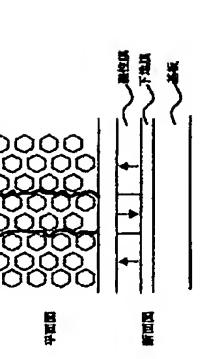
[図8]



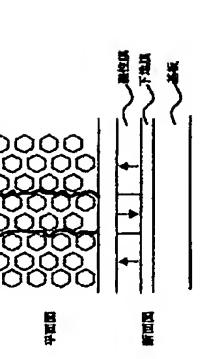
[図8]



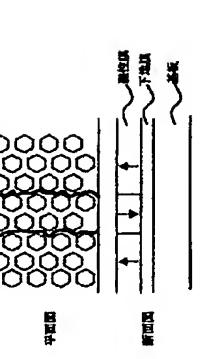
[図8]



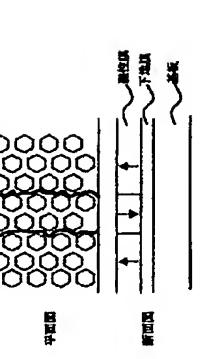
[図8]



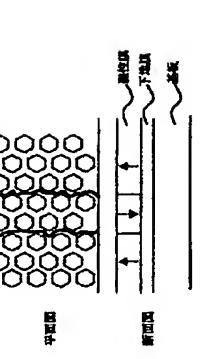
[図8]



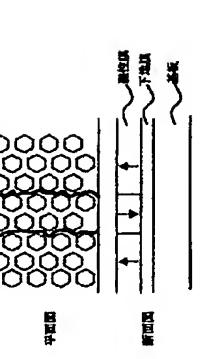
[図8]



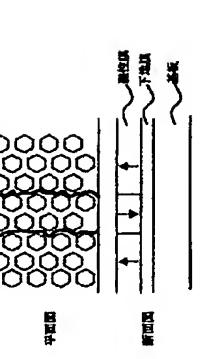
[図8]



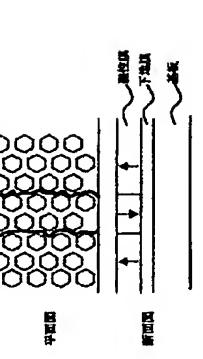
[図8]



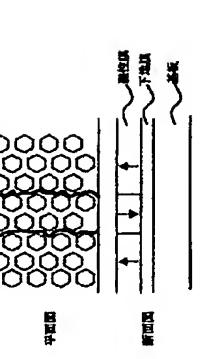
[図8]



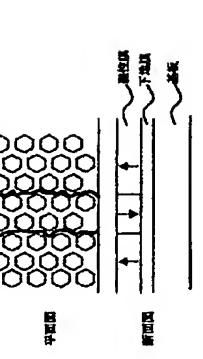
[図8]



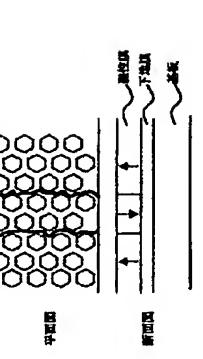
[図8]



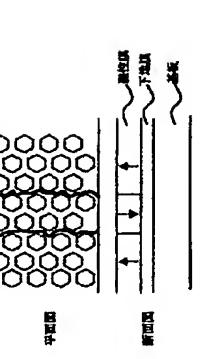
[図8]



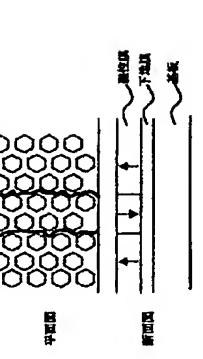
[図8]



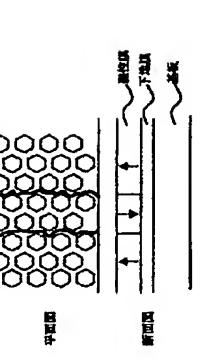
[図8]



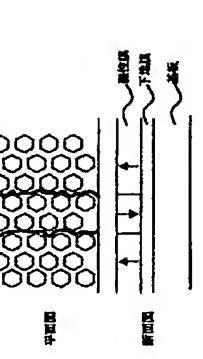
[図8]



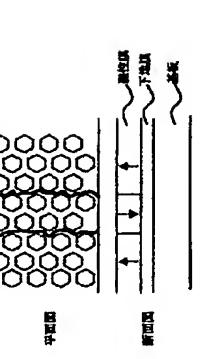
[図8]



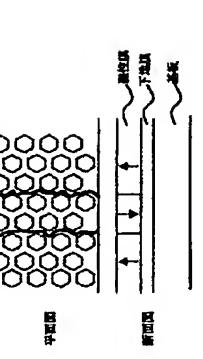
[図8]



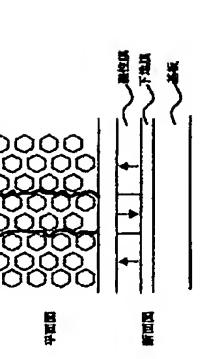
[図8]



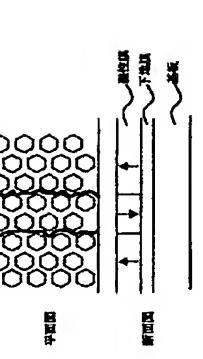
[図8]



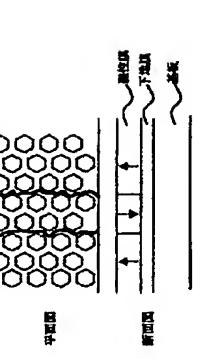
[図8]



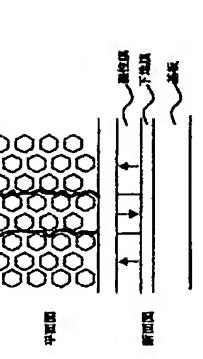
[図8]



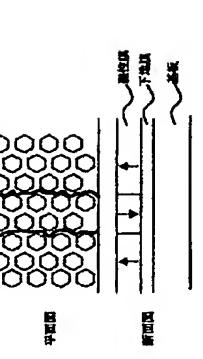
[図8]



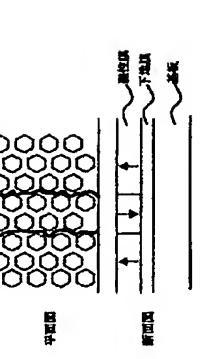
[図8]



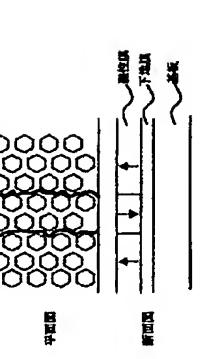
[図8]



[図8]



[図8]





(11)

プロントページの続き

(72)発明者 太田 慶雄
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 竹内 麻利
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 矢野 充
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 坂本 靖美
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 若林 康一郎
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 松沼 信
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 稲葉 信幸
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 本田 光利
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 山本 浩魯
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 中福 哲夫
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 内藤 孝
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

Fチーム(参考) 4K029 AA09 BA02 BA03 BA06 BA07
BA09 BA11 BA12 BA16 BA17
BA21 BA26 BA32 BA34 BA35
BA43 BA44 BA46 BA48 BA58
BE02 BD11 CA05 DC09 DC46
5D006 BE07 CA01 CA05 CA06 EA03
FA09

